

Application No. Not Yet Assigned  
Paper Dated: November 14, 2003  
In Reply to USPTO Correspondence of N/A  
Attorney Docket No. 2204-032128

Customer No. 28289

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application No. : Not Yet Assigned  
Applicant : Satoshi SUZUKI et al.  
Filed : Concurrently Herewith  
Title : FERRITIC AND MARTENSITIC  
STAINLESS STEELS EXCELLENT IN  
MACHINABILITY  
Priority Dates Claimed : May 15, 2001 and July 5, 2001

MAIL STOP PATENT APPLICATION  
Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

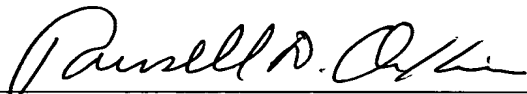
Sir:

Applicant claims priority to Japanese Patent Application Nos. 2000-177786, 2001-145148 and 2001-205349 which correspond to the above-identified United States patent application and which were filed in the Japanese Patent Office on June 14, 2000, May 15, 2001 and July 5, 2001, respectively. The priority benefits provided by Section 119 of the Patent Act of 1952 are claimed for the above application.

Respectfully submitted,

WEBB ZIESENHEIM LOGSDON  
ORKIN & HANSON, P.C.

By



Russell D. Orkin  
Registration No. 25,363  
Attorney for Applicants  
700 Koppers Building  
436 Seventh Avenue  
Pittsburgh, Pennsylvania 15219-1818  
Telephone: 412-471-8815  
Facsimile: 412-471-4094  
E-mail: [webblaw@webblaw.com](mailto:webblaw@webblaw.com)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2000年 6月14日

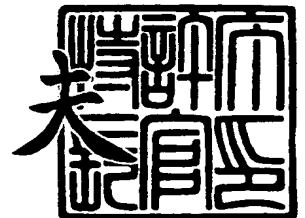
出願番号  
Application Number: 特願2000-177786  
[ST. 10/C]: [JP2000-177786]

出願人  
Applicant(s): 日新製鋼株式会社

2003年10月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3081947

【書類名】 特許願

【整理番号】 12P217

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 38/16

【発明者】

    【住所又は居所】 山口県新南陽市野村南町 4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会  
社 ステンレス事業本部内

    【氏名】 鈴木 聡

【発明者】

    【住所又は居所】 山口県新南陽市野村南町 4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会  
社 ステンレス事業本部内

    【氏名】 田中 秀記

【発明者】

    【住所又は居所】 山口県新南陽市野村南町 4 9 7 6 番地 日新製鋼株式会  
社 ステンレス事業本部内

    【氏名】 平松 直人

【特許出願人】

    【識別番号】 000004581

    【氏名又は名称】 日新製鋼株式会社

    【代表者】 田中 實

【代理人】

    【識別番号】 100092392

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小倉 亘

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 011660

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 切削性に優れたフェライト系ステンレス鋼及びマルテンサイト系ステンレス鋼

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0.001～1質量%, Si: 1.0質量%以下, Mn: 1.0質量%以下, Cr: 15～30質量%, Ni: 0.60質量%以下, Cu: 0.5～4.0質量%を含み、残部が実質的にFeの組成をもち、C濃度0.1質量%以上のCu主体の第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散していることを特徴とする被削性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項2】 C: 0.01～0.5質量%, Si: 1.0質量%以下, Mn: 1.0質量%以下, Cr: 10～15質量%, Ni: 0.60質量%以下, Cu: 0.5～4.0質量%を含み、残部が実質的にFeの組成をもち、C濃度0.1質量%以上のCu主体の第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散していることを特徴とする被削性に優れたマルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項3】 Nb: 0.2～1.0質量%, Ti: 0.02～1質量%, Mo: 3質量%以下, Zr: 1質量%以下, Al: 1質量%以下, V: 1質量%以下, B: 0.05質量%以下及び希土類元素(REM): 0.05質量%以下の1種又は2種以上を更に含む請求項1又は2記載のフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項4】 請求項1～3の何れかに記載の組成をもつフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼を熱間圧延後から最終製品となるまでの間に500～900℃の温度範囲で1時間以上加熱保持する時効処理を1回以上施し、C濃度0.1質量%以上のCu主体の第2相の析出を促進させることを特徴とする被削性に優れたオーステナイト系ステンレス鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】

本発明は、毒性のないC uの添加によって被削性を改善したフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼に関する。

#### 【0 0 0 2】

##### 【従来の技術】

精密機械工業の著しい発達や家庭電気器具、家具調度品等の需要増加により、従来ステンレス鋼が使用されていなかった部分にもステンレス鋼が使用されるようになってきた。また、工作機械の自動化・省力化に伴って被削性に優れたステンレス鋼が望まれているため、J I S G 4 3 0 3に規定されるS U S 4 3 0 Fのように快削性元素としてS eを添加し、被削性を改善したフェライト系ステンレス鋼が使用されている。マルテンサイト系では、J I S 4 3 0 3に規定されるS U S 4 1 0 F，S U S 4 1 0 F 2のように快削性元素としてP bを添加し、或いはS U S 4 1 6，S U S 4 2 0 FのようにSを添加して被削性を改善したステンレス鋼が使用されている。

#### 【0 0 0 3】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、快削性元素として有効なSは、熱間加工性、延性及び耐食性を著しく低下させる。しかも、機械的性質に異方性を生じさせる原因にもなる。P b添加により被削性を向上させたフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼は、使用中に有害なP bの溶出があり、リサイクル利用しにくい材料でもある。S e添加により被削性を付与したS A E規定の5 1 4 3 0 F S e（A I S I規格でT y p e 4 3 0 S eに相当）では、有害な元素を添加することが環境対策上で問題になっている。

#### 【0 0 0 4】

ところで、本発明者等は、環境に悪影響を及ぼすことなく被削性、抗菌性を著しく向上させる手段としてC u主体の第2相を所定量析出させたオーステナイト系ステンレス鋼を紹介した（特開 2 0 0 0 - 6 3 9 9 6）。

本発明は、先に紹介したC u主体の第2相による性質改善を更に発展させ、フェライト系及びマルテンサイト系においても被削性に優れたステンレス鋼を得ることを目的とする。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、0.1質量%以上と比較的多量のCを含ませたCu主体の第2相を0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散させることにより、環境に悪影響を及ぼすことなくフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼の被削性を改善したことを特徴とする。

## 【0006】

本発明に従ったフェライト系ステンレス鋼は、C：0.001～1質量%、Si：1.0質量%以下、Mn：1.0質量%以下、Cr：15～30質量%、Ni：0.60質量%以下、Cu：0.5～4.0質量%を含んでいる。マルテンサイト系ステンレス鋼は、C：0.01～0.5質量%、Si：1.0質量%以下、Mn：1.0質量%以下、Cr：10～15質量%、Ni：0.60質量%以下、Cu：0.5～4.0質量%を含んでいる。フェライト系及びマルテンサイト系の何れに対しても、任意成分としてNb：0.2～1.0質量%、Ti：0.02～1質量%、Mo：3質量%以下、Zr：1質量%以下、Al：1質量%以下、V：1質量%以下、B：0.05質量%以下及び希土類元素（REM）：0.05質量%以下の1種又は2種以上を添加してもよい。

## 【0007】

C濃度0.1質量%以上のCu主体の第2相は、所定組成に調整されたフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼を熱間圧延後から最終製品となるまでの間に500～900℃の温度範囲で1時間以上加熱保持する時効処理を1回以上施すことによりマトリックスに分散析出する。

## 【0008】

## 【作用】

ステンレス鋼は、全般的に被削性が悪く、難削材の一つに数えられている。被削性が悪い原因として、熱伝導率が低いこと、加工硬化の程度が大きいこと、凝着しやすいこと等が挙げられる。

本発明者等は、工具－被削材との潤滑及び熱伝導に及ぼす $\epsilon$ -Cu等のCu主体の第2相（Cuリッチ相）の作用に着目し、ステンレス鋼中にCuを添加し、

一部がC uリッチ相として微細にかつ均一に析出していると、被削性が改善されることを見出した。C uリッチ相による被削性の改善は、切削時において工具掬い面上でのC uリッチ相による潤滑、熱伝導作用に基づく減摩により、切削抵抗が減少すると共に工具寿命を延ばし、結果として被削性が向上するものと考えられる。

特にフェライト系ステンレス鋼や焼き鈍し状態のマルテンサイト系ステンレス鋼では、結晶構造が体心立方晶b.c.c.であり、この中に面心立方晶f.c.c.のC uリッチ相を析出させることは、C uリッチ相と同じ結晶構造をもつオーステナイト系ステンレス鋼にC uリッチ相を析出させた場合に比較して被削性向上に関して更に大きな効果が得られる。

#### 【0009】

C uリッチ相の分散析出がオーステナイト系とフェライト系、マルテンサイト系で異なる原因は次のように推察される。体心立方晶の結晶構造をもつフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼のマトリックスに面心立方晶のC uリッチ相を析出させると、C uリッチ相によって結晶整合性が低下し、大きな転位の集積が可能になる。また、オーステナイト形成元素であるCがマトリックス（フェライト相）からC uリッチ相（オーステナイト相）に成分分配されるため、マトリックスに比較してC uリッチ相のC濃度が高くなり、C uリッチ相の靱性が低下する。このように転位の集積度が高く、且つ靱性が低く破壊の起点となるC uリッチ相が異物としてマトリックスに分散するため、破壊現象である被削性が向上する。

#### 【0010】

C uリッチ相を析出させる手段としては、C uリッチ相が析出し易い温度域で時効等の等温加熱すること、加熱後の降温過程で析出温度域の通過時間が出来るだけ長くなる条件下で徐冷すること等が考えられる。本発明者等は、C uリッチ相の析出について種々調査研究した結果、最終焼鈍後に500～900℃の温度域で時効処理するとC濃度0.1質量%以上のC uリッチ相の析出が促進され、優れた被削性及び抗菌性がフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼に付与されることを見出した。



Cuリッチ相の析出は、炭窒化物や析出物を形成し易いNb, Ti, Mo等の元素を添加することによっても促進される。炭窒化物や析出物等は、析出サイトとして働き、マトリックスにCuリッチ相を均一分散させ、製造性を効率よく改善する。

### 【0011】

以下、本発明のオーステナイト系ステンレス鋼に含まれる合金成分、含有量等を説明する。

C: 0.001~0.1質量% (フェライト系)

C: 0.01~0.5質量% (マルテンサイト系)

Cuリッチ相に固溶してCuリッチ相を脆化させると共に、Cuリッチ相の析出サイトとして有効なCr炭化物を生成し、微細なCuリッチ相をマトリックス全体に渡って均一分散させる作用を呈する。このような作用は、フェライト系では0.001質量%以上のCu含有量で、マルテンサイト系では0.01質量%以上のCu含有量で顕著になる。しかし、過剰なC含有量は製造性や耐食性を低下させる原因となるので、C含有量の上限をフェライト系では0.1質量%、マルテンサイト系では0.5質量%に設定した。

### 【0012】

Si: 1.0質量%以下

耐食性の改善に有効な合金成分であり、抗菌性を向上させる作用も呈する。しかし、1.0質量%を超える過剰量でSiが含まれると、製造性が劣化する。

Mn: 1.0質量%以下

製造性を改善すると共に、鋼中の有害なSをMnSとして固定する作用を呈する。MnSは、被削性の向上にも有効に働くと共に、Cuリッチ相生成の核として作用するため、微細なCuリッチ相の生成に有効な合金成分である。しかし、1.0質量%を超える過剰量のMnが含まれると、耐食性が劣化する傾向を示す。

### 【0013】

S: 0.3質量%以下

被削性の改善に有効なMnSを形成する元素であるが、S含有量が0.3重量

%を超えると熱間加工性及び延性が著しく低下する。したがって、本発明においてはS含有量の上限を0.3質量%に設定した。

Cr：10～30質量%（フェライト系）

Cr：10～15質量%（マルテンサイト系）

ステンレス鋼本来の耐食性を維持するために必要な合金成分であり、要求される耐食性を確保するために10質量%以上のCrを添加する。しかし、フェライト系では30質量%を超える過剰量のCrが含まれると、製造性、加工性に悪影響を及ぼす。また、マルテンサイト系では15質量%を超える過剰量のCrが含まれると、フェライト相が安定化し、焼入れ時にマルテンサイト組織が得られがたくなる。

#### 【0014】

Ni：0.60質量%以下

フェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼の工業的な製造工程では、原料から不可避免的に混入する成分である。本発明では、通常の生産ラインで混入するレベルの上限值0.60質量%にNi含有量の上限を設定した。

Cu：0.5～4.0質量%

本発明のステンレス鋼において最も重要な合金成分であり、良好な被削性を発現させるためには、0.2体積%以上の割合でCuリッチ相がマトリックスに析出していることが必要である。各合金成分の含有量が前述のように特定された組成のフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼で0.2体積%以上のCuリッチ相を析出させるため、Cu含有量を0.5質量%以上としている。しかし、4.0質量%を超える過剰量のCu添加は、製造性、加工性、耐食性等に悪影響を及ぼす。マトリックスに析出するCuリッチ相は、析出物のサイズに特別な制約を受けるものではないが、表面及び内部においても均一分散していることが好ましい。Cuリッチ相の均一分散は、被削性を安定して改善すると共に、抗菌性の発現にも寄与する。

#### 【0015】

Nb：0.02～1質量%

Cuリッチ相は、各種析出物のなかでもNb系析出物の周囲に析出する傾向が

強い。したがって、Cuリッチ相を均一に析出分散させるためには、必要に応じてNbの炭化物、窒化物、炭窒化物等を微細に析出させた組織が好ましい。しかし、過剰量のNb添加は、製造性や加工性に悪影響を及ぼす。したがって、Nbを添加する場合、Nb含有量を0.02～1質量%の範囲で選定する。

Ti: 0.02～1質量%

必要に応じて添加される合金成分であり、Nbと同様にCuリッチ相の析出サイトとして有効な炭窒化物を形成する合金成分である。しかし、過剰量のTi添加は、製造性や加工性を劣化させ、製品表面に疵を発生させ易くする原因となる。したがって、Tiを添加する場合、Ti含有量を0.02～1質量%の範囲で選定する。

【0016】

Mo: 3質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、耐食性を向上させると共に、微細なCuリッチ相の核サイトとして有効なFe<sub>2</sub>Mo等の金属間化合物として析出する。しかし、3質量%を超える過剰なMo含有は、製造性及び加工性に悪影響を及ぼす。

Zr: 1質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、微細なCuリッチ相の核サイトとして有効な炭窒化物となって析出する。しかし、Zrの過剰添加は製造性や加工性に悪影響を及ぼすので、Zrを添加する場合には含有量の上限を1質量%に規制する。

【0017】

Al: 1質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、Moと同様に耐食性を改善すると共に、微細なCuリッチ相の核サイトとして有効な化合物として析出する。しかし、過剰なAl添加は製造性及び加工性を劣化させるので、Alを添加する場合には含有量の上限を1質量%に規制する。

V: 1質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、Zrと同様に微細なCuリッチ相の

核サイトとして有効な炭窒化物となって析出する。しかし、Zrの過剰添加は製造性や加工性に悪影響を及ぼすので、Zrを添加する場合には含有量の上限を1質量%に規制する。

#### 【0018】

B：0.05質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、熱間加工性を改善すると共に、析出物となってマトリックスに分散する。Bの析出物も、Cuリッチ相の析出サイトとして働く。しかし、Bの過剰添加は熱間加工性を低下させることになるので、Bを添加する場合には含有量の上限を0.05質量%に規制する。

希土類元素（REM）：0.05質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、適量の添加によってBと同様に熱間加工性を改善する。また、Cuリッチ相の析出に有効な析出物となってマトリックスに分散する。しかし、過剰に添加すると熱間加工性が劣化するので、希土類元素を添加する場合には含有量の上限を0.05質量%に規制する。

#### 【0019】

熱処理温度：500～900℃

Cuリッチ相の析出により優れた被削性を得るためには、500～900℃の時効処理が有効である。時効処理温度が低くなるほど、マトリックス中の固溶Cu量が少なくなり、Cuリッチ相の析出量が増加する。しかし、低すぎる時効処理温度では、拡散速度が遅くなるため、析出量が却って減少する傾向がみられる。被削性に有効なCuリッチ相の析出に及ぼす時効処理温度の影響を種々の実験から調査したところ、500～900℃の温度域で時効処理するとき、被削性に最も有効なC含有量0.1質量%以上のCuリッチ相が0.2体積%以上の割合で析出することを見出した。時効処理は、好ましくは1時間以上で施され、熱間圧延終了後から製品となるまでの何れの段階で実施しても良い。

#### 【0020】

##### 【実施例1】

表1に示した組成をもつ各種フェライト系ステンレス鋼を30kg真空溶解炉で溶製し、鍛造加工後に焼鈍及び時効処理を施し、直径50mmの丸棒材を得た

。各鋼材を 1000℃で均熱 30 分の焼鈍後、種々の温度で時効処理した。

### 【0021】

表 1：使用したフェライト系ステンレス鋼の成分・組成

試験 鋼種	合金成分及び含有量 (質量%)							
	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Cu	その他
A	0.054	0.56	0.34	0.002	0.23	16.25	2.02	—
B	0.061	0.62	0.22	0.003	0.34	16.49	1.48	—
C	0.049	0.43	0.31	0.004	0.25	16.21	1.09	—
D	0.055	0.51	0.41	0.005	0.21	16.19	0.40	—
E	0.063	0.39	0.19	0.202	0.28	16.25	0.48	—
F	0.059	0.44	0.42	0.002	0.33	16.38	0.51	—
G	0.009	0.31	0.2	0.005	0.26	17.02	1.46	Nb:0.36
H	0.011	0.42	0.23	0.003	0.38	17.11	0.32	Nb:0.33
I	0.021	0.41	0.23	0.007	0.42	16.53	2.43	Ti:0.35
J	0.019	0.35	0.31	0.004	0.28	16.42	0.48	Ti:0.34
K	0.061	0.55	0.42	0.004	0.12	16.31	1.34	Al:0.07
L	0.019	0.38	0.33	0.005	0.39	16.21	1.61	Zr:0.88
M	0.024	0.56	0.18	0.002	0.29	17.12	1.89	V:0.82
N	0.055	0.33	0.51	0.001	0.39	16.54	1.72	B:0.006
O	0.051	0.42	0.18	0.003	0.26	17.21	2.33	REM:0.02
P	0.0008	0.33	0.21	0.003	0.31	17.41	1.33	—

### 【0022】

得られた鋼材から切り出された試験片を、JIS B-4011「超硬バイト切削試験方法」に準じた切削試験に供した。切削試験では、送り速度 0.05 mm/回、切込み量 0.3 mm/回、切削長さ 200 mm の条件を採用し、逃げ面磨耗 ( $V_B = 0.3$  mm) を寿命判定基準としてバイト磨耗を評価した。

また、同じ鋼材から切り出した試験片を透過型電子顕微鏡で観察し、画像処理によってマトリックスに分散析出しているCuリッチ相を定量し、Cuリッチ相の体積分率（体積％）を求めた。更に、Cuリッチ相中のCu含有量をEDX（Energy Dispersed X-ray Analysis：エネルギー分散X線）分析によりCuリッチ相のCu濃度を定量した。

#### 【0023】

800℃×9時間で時効処理した試験番号A-1～P-1の供試材について、被削性の評価結果を表2に示す。表2において、被削性は、試験番号D-1のVB磨耗時間を基準とし、基準値に対する各供試材のバイト磨耗時間を相対評価した。また、従来から被削性の良好な材料とされている試験番号E-1と比較し、試験番号E-1より良好な被削性を示すものを◎、同等の被削性を示すものを○、試験番号E-1より被削性が劣るものを×と判定した。

本発明に従った試験番号A-1，B-1，C-1，F-1，G-1，I-1，K-1の各供試材は、何れも0.5質量％以上のCuが添加されており、時効処理によってC濃度0.1質量％以上のCuリッチ相が0.2体積％以上の割合でマトリックスに分散析出しており、何れも良好な被削性を示していた。

#### 【0024】

これに対し、Cu含有量が0.5質量％以上であっても時効処理を施していない試験番号A-2，B-2，C-2，F-2では、Cuリッチ相の析出量が0.2体積％を下回っており、被削性が劣っていた。また、時効処理を施した鋼材であってもCu含有量が0.5質量％未満の試験番号J-2では、Cuリッチ相の析出量が0.2体積％に達せず、被削性に劣っていた。0.5質量％以上のCu含有量及び0.2体積％以上のCuリッチ相析出量であっても、Cuリッチ相のC濃度が0.001質量％未満と低い試験番号P-1では、Cuリッチ相の脆化不足に起因して被削性が十分でなかった。

## 【0025】

表 2 : 析出した Cu リッチ相が被削性に及ぼす影響

試験番号	時効処理	Cu リッチ相		バイト 摩耗時間	被削性	備考
		析出量 体積%	C 濃度 質量%			
A-1	あり	0.48	0.13	189	◎	本発明例
A-2	なし	0.18	0.05	105	×	比較例
B-1	あり	0.44	0.15	185	◎	本発明例
B-2	なし	0.15	0.03	110	×	比較例
C-1	あり	0.38	0.22	178	◎	本発明例
C-2	なし	0.08	0.02	98	×	比較例
D-1	なし	0.00	—	100	—	〃
E-1	なし	0.00	—	175	○	従来技術
F-1	あり	0.20	0.31	177	◎	本発明例
F-2	なし	0.02	0.04	123	×	比較例
G-1	あり	0.42	0.14	192	◎	本発明例
H-1	あり	0.00	—	95	×	比較例
I-1	あり	0.51	0.12	188	◎	本発明例
J-1	なし	0.00	—	99	×	比較例
J-2	あり	0.18	0.28	131	×	〃
K-1	あり	0.34	0.15	177	◎	本発明例
L-1	あり	0.38	0.21	185	◎	〃
M-1	あり	0.40	0.15	192	◎	〃
N-1	あり	0.41	0.17	195	◎	〃
O-1	あり	0.44	0.13	183	◎	〃
P-1	あり	0.34	0.04	123	×	比較例

時効処理：800℃×9時間

## 【0026】

## 【実施例 2】

表1の鋼材Aを用いて、実施例1と同じ条件で供試材を作製した。得られた供試材に、450～950℃及び0.5～12時間の範囲で条件を種々変更した時効処理を施した。時効処理後の各供試材について、実施例1と同様に被削性を調査した。

表3の調査結果にみられるように、500～900℃で1時間以上時効処理された試験番号A-4、A-6～A-10は、C濃度0.1質量%以上を含むCuリッチ相の析出量が0.2体積%以上となっており、被削性に優れていた。

#### 【0027】

他方、時効処理温度が500～900℃の範囲にあっても時効処理時間が1時間未満の試験番号A-5では、C濃度0.1質量%以上のCuリッチ相が0.2体積%に達せず、被削性に劣っていた。また、時効処理温度が500℃未満、或いは900℃を超えると、Cuリッチ相の析出量が0.2体積%未満となり、被削性に劣っていた。

以上の結果から、素材ステンレス鋼が0.5質量%以上のCuを含有すること及びC濃度0.1質量%以上のCuリッチ相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散していることが被削性の改善に必要であり、500～900℃×1時間以上の時効処理が0.2体積%以上の割合でCuリッチ相を分散析出させるために必要なことが確認された。



## 【0028】

表3: 時効処理条件がCuリッチ相の析出及び被削性に及ぼす影響

試験 番号	時効処理		Cuリッチ相		バイト 摩耗時間	切削性	備考
	温度 ℃	時間	析出量 体積%	C濃度 質量%			
A-3	450	6	0.11	0.03	125	×	比較例
A-4	500	6	0.34	0.23	177	◎	本発明例
A-5	500	0.5	0.18	0.05	131	×	比較例
A-6	500	1	0.21	0.18	176	◎	本発明例
A-7	600	9	0.39	0.16	181	◎	〃
A-8	700	12	0.42	0.14	192	◎	〃
A-9	800	9	0.44	0.15	200	◎	〃
A-10	900	10	0.45	0.17	202	◎	〃
A-11	950	9	0.19	0.05	127	×	比較例

## 【0029】

## 【実施例3】

表4に示した組成をもつ各種マルテンサイト系ステンレス鋼を30kg真空溶解炉で溶製し、鍛造加工後に焼鈍及び時効処理を施し、直径50mmの丸棒材を得た。なお、各鋼材を1000℃で均熱30分の焼鈍後、種々の温度で時効処理した。

## 【0030】

表 4 : 使用したマルテンサイト系ステンレス鋼の成分・組成

試験 鋼種	合金成分及び含有量 (質量%)							
	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Cu	その他
MA	0.092	0.23	0.77	0.003	0.23	11.55	3.22	—
MB	0.102	0.31	0.62	0.003	0.34	11.31	2.01	—
MC	0.099	0.35	0.52	0.004	0.21	11.45	1.53	—
MD	0.113	0.51	0.41	0.012	0.21	12.23	0.12	—
ME	0.063	0.39	0.44	0.213	0.45	12.42	0.48	—
MF	0.35	0.44	0.42	0.002	0.33	11.67	0.82	—
MG	0.102	0.31	0.2	0.005	0.26	13.21	1.46	Nb : 0.38
MH	0.142	0.42	0.23	0.003	0.38	12.98	0.32	Nb : 0.31
MI	0.053	0.41	0.23	0.007	0.42	14.12	2.43	Ti : 0.33
MJ	0.103	0.35	0.31	0.004	0.28	11.23	0.48	Ti : 0.34
MK	0.202	0.55	0.42	0.004	0.12	13.67	1.21	Al : 0.06
ML	0.019	0.38	0.33	0.005	0.39	10.76	1.77	Zr : 0.88
MM	0.103	0.56	0.18	0.002	0.29	14.21	2.01	V : 0.82
MN	0.082	0.33	0.51	0.001	0.39	11.23	1.72	B : 0.006
MO	0.156	0.42	0.18	0.003	0.26	14.21	2.33	REM : 0.02
MP	0.007	0.33	0.21	0.003	0.31	13.21	1.33	—

## 【0031】

得られた鋼材から切り出された試験片を用いて、実施例 1 と同様に Cu リッチ相の体積分率及び C 濃度を定量すると共に、バイト磨耗を評価した。

780℃×9 時間で時効処理した試験番号 MA-1～MP-1 の供試材につい

て、被削性の評価結果を表 5 に示す。表 5 において、被削性は、試験番号 MD-1 の  $V_B$  磨耗時間を基準とし、基準値に対する各供試材のバイト磨耗時間を相対評価した。また、従来から被削性の良好な材料とされている試験番号 ME-1 と比較し、試験番号 ME-1 より良好な被削性を示すものを◎、同等の被削性を示すものを○、試験番号 E-1 より被削性が劣るものを×と判定した。

### 【 0 0 3 2 】

本発明に従った試験番号 MA-1, MB-1, MC-1, MF-1, MG-1, MI-1, MK-1 の各供試材は、何れも 0.5 質量%以上の Cu が添加されており、時効処理によって C 濃度 0.1 質量%以上の Cu リッチ相が 0.2 体積%以上の割合でマトリックスに分散析出しており、何れも良好な被削性を示していた。

これに対し、Cu 含有量が 0.5 質量%以上であっても時効処理を施していない試験番号 MA-2, MB-2, MC-2, MF-2 では、Cu リッチ相の析出量が 0.2 体積%を下回っており、被削性が劣っていた。また、時効処理を施した鋼材であっても Cu 含有量が 0.5 質量%未満の試験番号 MJ-2 では、Cu リッチ相の析出量が 0.2 体積%に達せず、被削性に劣っていた。0.5 質量%以上の Cu 含有量及び 0.2 体積%以上の Cu リッチ相析出量であっても、Cu リッチ相の C 濃度が 0.001 質量%未満と低い試験番号 MP-1 では、Cu リッチ相の脆化不足に起因して被削性が十分でなかった。

## 【0033】

表5: 析出したCuリッチ相が被削性に及ぼす影響

試験 番号	時効処理	Cuリッチ相		バイト 摩耗時間	被削性	備考
		析出量 体積%	C濃度 質量%			
MA-1	あり	0.89	0.22	201	◎	本発明例
MA-2	なし	0.19	0.23	105	×	比較例
MB-1	あり	0.54	0.54	222	◎	本発明例
MB-2	なし	0.11	0.15	109	×	比較例
MC-1	あり	0.42	0.32	192	◎	本発明例
MC-2	なし	0.13	0.08	98	×	比較例
MD-1	なし	0.00	0.00	180	◎	従来技術
ME-1	あり	0.16	0.18	120	○	比較例
ME-2	なし	0.02	0.01	103	×	従来技術
MF-1	あり	0.24	0.56	172	◎	本発明例
MF-2	なし	0.09	0.34	99	×	比較例
MG-1	あり	0.53	0.78	204	◎	本発明例
MH-1	あり	0.02	0.23	95	×	比較例
MI-1	あり	0.51	0.65	210	◎	本発明例
MJ-1	なし	0.08	0.33	110	×	比較例
MK-1	あり	0.34	0.34	222	◎	本発明例
ML-1	あり	0.67	0.89	198	◎	〃
MM-1	あり	0.82	0.64	205	◎	〃
MN-1	あり	0.55	0.59	201	◎	〃
MO-1	あり	0.39	0.88	222	◎	〃
MP-1	あり	0.45	0.08	112	×	比較例

時効処理: 780℃×9時間

## 【0034】

## 【実施例4】

表 1 の鋼材 MA を用いて、実施例 3 と同じ条件で供試材を作製した。得られた供試材に、4 5 0 ～ 9 5 0 ℃ 及び 0 . 5 ～ 1 2 時間の範囲で条件を種々変更した時効処理を施した。時効処理後の各供試材について、実施例 1 と同様に被削性を調査した。

表 6 の調査結果にみられるように、5 0 0 ～ 9 0 0 ℃ で 1 時間以上時効処理された試験番号 MA - 4 , MA - 6 ～ MA - 1 0 は、C 濃度 0 . 1 質量 % 以上を含む C u リッチ相の析出量が 0 . 2 体積 % 以上となっており、被削性に優れていた。

### 【 0 0 3 5 】

他方、時効処理温度が 5 0 0 ～ 9 0 0 ℃ の範囲にあっても時効処理時間が 1 時間未満の試験番号 MA - 5 では、C 濃度 0 . 1 質量 % 以上の C u リッチ相が 0 . 2 体積 % に達せず、被削性に劣っていた。また、時効処理温度が 5 0 0 ℃ 未満、或いは 9 0 0 ℃ を超えると、C u リッチ相の析出量が 0 . 2 体積 % 未満となり、被削性に劣っていた。

以上の結果から、素材ステンレス鋼が 0 . 5 質量 % 以上の C u を含有すること及び C 濃度 0 . 1 質量 % 以上の C u リッチ相が 0 . 2 体積 % 以上の割合でマトリックスに分散していることがマルテンサイト系の場合でも被削性の改善に必要であり、5 0 0 ～ 9 0 0 ℃ × 1 時間以上の時効処理が 0 . 2 体積 % 以上の割合で C u リッチ相を分散析出させるために必要なことが確認された。

## 【0036】

表6: 時効処理条件がCuリッチ相の析出及び被削性に及ぼす影響

試験 番号	時効処理		Cuリッチ相		バイト 摩耗時間	切削性	備考
	温度 ℃	時間	析出量 体積%	C濃度 質量%			
MA-3	450	12	0.18	0.09	109	×	比較例
MA-4	500	6	0.56	0.34	192	◎	本発明例
MA-5	500	0.8	0.15	0.06	118	×	比較例
MA-6	500	2	0.24	0.13	189	◎	本発明例
MA-7	600	10	0.65	0.45	203	◎	〃
MA-8	700	12	0.82	0.67	192	◎	〃
MA-9	800	8	0.92	0.82	245	◎	〃
MA-10	900	9	0.67	0.92	234	◎	〃
MA-11	950	9	0.17	0.08	110	×	比較例

## 【0037】

## 【発明の効果】

以上に説明したように、本発明のフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼においては、0.5質量%以上のCu及び0.001質量%以上のCを添加し、C濃度0.1質量%以上のCuリッチ相を0.2体積%以上の割合でマトリックスに析出分散させているため、被削性に優れた材料である。しかも、被削性改善のためにS、Pb、Bi、Se等の有害元素を含んでいないため、環境対策上の問題も解消される。このようにして、本発明に従ったオーステナイト系ステンレス鋼は、必要形状に切削加工され、家庭電気器具、家具調度品、厨房機器、各種機械・器具、機器等の材料として広範な分野で使用される。

【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 S, Pb等の快削性付与元素の必要なく、Cuリッチ相の分散析出により被削性を改善したフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼を提供する。

【構成】 このオーステナイト系ステンレス鋼は、0.1質量%以上と比較的多量のCを含ませたCuリッチ相を0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散させている。Cuリッチ相は、熱間圧延後から最終製品となるまでの間に500～900℃の温度範囲で1時間以上加熱保持する時効処理を1回以上施すことによりマトリックスに分散析出する。C：0.01～1%，Si：1.0%以下，Mn：1.0%以下，Cr：15～30%，Ni：0.60%以下，Cu：0.5～4.0%を含むフェライト系ステンレス鋼，C：0.01～0.5%，Si：1.0%以下，Mn：1.0%以下，Cr：10～15%，Ni：0.60%以下，Cu：0.5～4.0%を含むマルテンサイト系ステンレス鋼が使用される。

【選択図】 なし

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 1 7 7 7 8 6
受付番号	5 0 0 0 0 7 3 6 5 5 1
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 2 年 6 月 1 5 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成12年 6月14日
-------	-------------

次頁無



特願 2 0 0 0 - 1 7 7 7 8 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 5 8 1 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 2 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 3 丁目 4 番 1 号

氏 名

日新製鋼株式会社